

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-60554

(P 2 0 0 0 - 6 0 5 5 4 A)

(43) 公開日 平成12年2月29日 (2000. 2. 29)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C12N 15/09		C12N 15/00	A 2G045
C12Q 1/68		C12Q 1/68	A 4B024
G01N 27/447		G01N 33/50	P 4B063
27/327		27/26	301 Z
// G01N 33/50		27/30	351
審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全22頁)			

(21) 出願番号 特願平10-241330

(22) 出願日 平成10年8月27日 (1998. 8. 27)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 岡野 和宣

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 神原 秀記

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

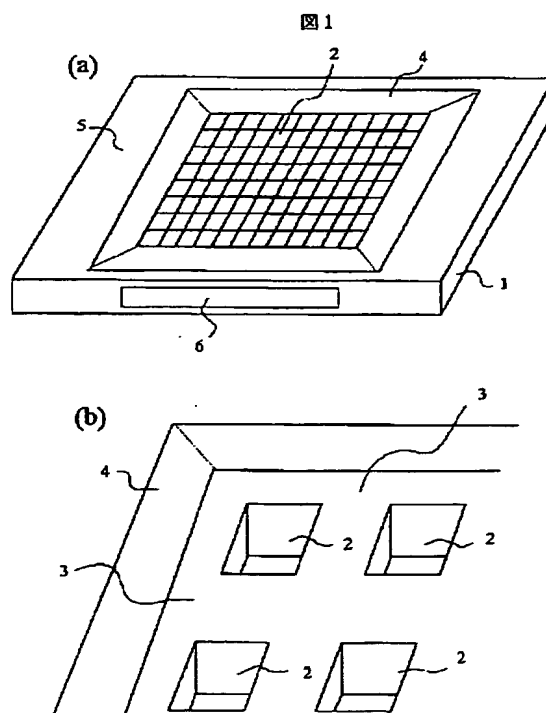
(54) 【発明の名称】 ポリヌクレオチドプローブチップ及びポリヌクレオチド検出法

## (57) 【要約】

【課題】 DNAプローブを多種類保持したDNA検出用のポリヌクレオチドプローブチップ及び検査方法を提供する。

【解決手段】 反応残基を有するゲル前駆体と反応残基と結合する残基を有する複数種のポリヌクレオチドプローブからなるポリヌクレオチドプローブセットを予め準備し、ポリヌクレオチドプローブセットから選んだ任意のポリヌクレオチドプローブを種類毎にゲル前駆体とそれぞれ混合し、種類毎にポリヌクレオチドプローブチップ1の異なる小穴2に添加しゲル化させて調製する。試料DNAをゲル内で電気泳動により強制的に移動させる。レーザをチップ側面6から入射して、チップ全面から出る蛍光を一括して高感度2次元検出器で検出する。

【効果】 ハイブリダイゼーション効率が高く、高感度高速にDNA検出ができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数の区画と、前記各区画に保持され前記ポリヌクレオチドプローブを保持するゲルと、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを前記各区画のゲルの中を移動させる手段とを具備し、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

【請求項 2】 請求項 1 のポリヌクレオチドプローブチップに於いて、前記ポリヌクレオチドプローブは、10塩基乃至60塩基からなる実質的に共通な配列からなる共通部分と、該共通部分の3'末端に任意の2塩基乃至3塩基の組み合わせからなる部分とを有し、各々異なる前記ポリヌクレオチドプローブが異なる前記区画に保持されることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

【請求項 3】 各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数の区画を有するポリヌクレオチドプローブチップの作成法に於いて、反応残基を有するゲル前駆体と前記反応残基と結合する残基を有する複数種のポリヌクレオチドプローブからなるポリヌクレオチドプローブセットを予め準備する工程と、前記ポリヌクレオチドプローブセットから選んだ任意のポリヌクレオチドプローブを種類毎に前記ゲル前駆体とそれぞれ混合し、異なる前記区画に添加してゲル化させる工程とを有することを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップの作成法。

【請求項 4】 各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数の区画を有するポリヌクレオチドプローブチップの作成法に於いて、反応残基を有するゲル前駆体と前記反応残基と結合する残基を有する複数種のポリヌクレオチドプローブからなるポリヌクレオチドプローブセットを予め準備する工程と、前記ポリヌクレオチドプローブセットから選んだ複数の任意のプローブからなる複数のポリヌクレオチドプローブグループを、該ポリヌクレオチドプローブグループ毎に前記ゲル前駆体と混合し、異なる前記区画に添加してゲル化させる工程とを有することを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップの作成方法。

【請求項 5】 試料ポリヌクレオチドを蛍光標識する工程と、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を有するポリヌクレオチドプローブチップに、前記蛍光標識した試料ポリヌクレオチドを添加して前記各区画の前記ゲルの中を電気泳動により移動させて、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドとをハイブリダイズして捕捉する工程と、前記各区画のゲルに捕捉された試料ポリヌクレオチドを検出する工程とを有することを特徴とするポリヌクレオチド検出法。

【請求項 6】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲ

ルに保持された複数の区画を有するポリヌクレオチドプローブチップに試料ポリヌクレオチドを添加して前記各区画の前記ゲルの中を電気泳動により移動させて、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドとをハイブリダイズして捕捉する工程と、前記特定のポリヌクレオチドがハイブリダイズした前記ポリヌクレオチドプローブを蛍光標識する工程と、蛍光標識された前記ポリヌクレオチドプローブを検出する工程とを有することを特徴とするポリヌクレオチド検出法。

【請求項 7】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を有し、前記ゲルの中で試料ポリヌクレオチドを移動させる第1の電極、及び第2の電極が前記各区画を挟んで配置されることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

【請求項 8】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有するポリヌクレオチドプローブチップに試料ポリヌクレオチドを添加する工程と、前記各区画を挟んで配置され前記ゲルの中で試料ポリヌクレオチドを移動させる第1の電極、及び第2の電極の極性を複数回切換えて、前記試料ポリヌクレオチドを前記各区画の前記ゲルの中で移動させる工程とを有し、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドとをハイブリダイズすることを特徴とするポリヌクレオチド検出法。

【請求項 9】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有するポリヌクレオチドプローブチップの前記各区画を挟んで配置され、前記ゲルの中で試料ポリヌクレオチドを移動させる第1の電極、及び第2の電極と、第1の電極、第2の電極の極性を複数回切換えて前記試料ポリヌクレオチドを前記各区画の前記ゲルの中で移動させて、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドとをハイブリダイズさせることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

【請求項 10】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有するポリヌクレオチドプローブチップと、前記基板の面と平行方向から前記複数の区画の前記ゲルにレーザー照射する手段と、放射される蛍光を前記基板の面と直角方向から検出する光検出器を有することを特徴とするポリヌクレオチド検出装置。

【請求項 11】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を有するポリヌクレオチドプローブチップの前記複数の区画の前記ゲルを、前記基板の面と平行方向に同時にレーザー照射して、放射される蛍光を前記基板の面と直角方向から検出することを特徴とするポリヌクレオチド検出法。

【請求項 12】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有し、前記各区画

10

20

30

40

50

の各々に光検出素子が配置されることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

【請求項 13】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有するポリヌクレオチドプローブチップの前記基板の面と平行方向から前記複数の区画の前記ゲルにレーザー照射して、前記各区画の各々に光検出素子が配置された光検出素子により放射される蛍光を前記基板の面と直角方向から検出することを特徴とするポリヌクレオチド検出法。

【請求項 14】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有し、前記各区画の各々に光検出素子が配置される光検出素子を有するポリヌクレオチドプローブチップと、前記基板の面と平行方向から前記複数の区画の前記ゲルにレーザー照射する手段とを有することを特徴とするポリヌクレオチド検出装置。

【請求項 15】 凹部が形成された光学的に透明な基板と、前記凹部の平坦な底面に前記基板を貫通して形成されたテーパを持つ側面を有する穴に保持されるゲルと、該ゲルに保持される各々異なるポリヌクレオチドプローブと、前記基板の側面にレーザー光を照射する部位と、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを前記各区画の前記ゲルの中を移動させる手段とを具備し、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドとをハイブリダイズさせることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

【請求項 16】 凹部が形成された基板と、前記凹部の平坦な底面にゲルを保持する一方向に配列する複数の部位と、該複数の部位を挟んで配置される第 1 の電極、及び第 2 の電極と、前記ゲルに保持される各々異なるポリヌクレオチドプローブと、前記基板の側面にレーザー光を照射する部位と、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを前記各区画の前記ゲルの中を移動させる手段を具備し、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドとをハイブリダイズさせることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

【請求項 17】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有し、前記各区画の各々に光検出素子が配置される光検出素子と、該光検出素子の上部に形成されたバンドパスフィルターと、該バンドパスフィルターの上に形成された第 1 の電極と、前記各区画を挟んで配置された第 2 の電極とを有し、前記第 1 の電極、第 2 の電極の極性を複数回切換えて試料ポリヌクレオチドを前記各区画の前記ゲルの中で移動させて、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドとをハイブリダイズさせることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

【請求項 18】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有し、前記各区画

の各々に光検出素子が配置される光検出素子と、該光検出素子の上部に形成されたバンドパスフィルターと、該バンドパスフィルターの上に絶縁層を挟んで形成された第 1 の電極と、前記各区画を挟んで配置された第 2 の電極とを有するポリヌクレオチドプローブチップと、前記第 1 の電極、及び第 2 の電極の極性を切換える手段と、前記基板の面と平行方向から前記複数の区画の前記ゲルにレーザー照射する手段とを有することを特徴とするポリヌクレオチド検出装置。

10 【請求項 19】 各々異なるポリヌクレオチドプローブを保持するゲルを有し、第 1 の方向に配置された複数の区画と、該各区画に配置される第 1 の電極と、前記複数の区画を挟んで前記第 1 の方向に沿って配置される第 2 の電極とを具備し、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に高周波電界を印加して、試料ポリヌクレオチドを前記各区画の前記ゲル中を移動させて、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

20 【請求項 20】 各々異なるポリヌクレオチドプローブを保持するゲルを有し、第 1 の方向に配置された複数の区画と、該各区画に配置される第 1 の電極と、前記複数の区画を挟んで前記第 1 の方向に沿って配置される第 2 の電極と、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に配置される第 3 の電極とを具備し、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に高周波電界を印加して、試料ポリヌクレオチドを前記各区画の前記ゲル中を移動させて、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせ、前記第 2 30 の電極と前記第 3 の電極との間に高周波電界を印加して、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブとハイブリダイズしない前記試料ポリヌクレオチドを前記ゲルから移動させることを特徴とするポリヌクレオチドプローブチップ。

【請求項 21】 各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数の区画と、前記各区画に保持され前記ポリヌクレオチドプローブを保持するゲルとを具備するポリヌクレオチドプローブチップと、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを前記各区画のゲルの中を移動させ、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる手段と、前記試料ポリヌクレオチドがハイブリダイズした前記ポリヌクレオチドプローブから前記試料ポリヌクレオチドを遊離させる手段と、前記各区画に対応してそれぞれ配置され、遊離した前記試料ポリヌクレオチドを電気泳動分離するキャピラリーを有することを特徴とするポリヌクレオチド検査装置。

【請求項 22】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持され、第 1 の方向に配置された複数の区画と、該各区画に配置される第 1 の電極と、前記複数の区

画を挟んで前記第1の方向に沿って配置される第2の電極とが基板に形成されたポリヌクレオチドプローブチップに、試料ポリヌクレオチドを添加する工程と、前記第1の電極と前記第2の電極との間に高周波電界を印加して、試料ポリヌクレオチドを前記各区画の前記ゲル中を移動させる工程とを有し、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドとをハイブリダイズすることを特徴とするポリヌクレオチド検出法。

【請求項23】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持され、第1の方向に配置された複数の区画と、該各区画に配置される第1の電極と、前記複数の区画を挟んで前記第1の方向に沿って配置される第2の電極と、前記第1の電極と前記第2の電極との間に配置される第3の電極とが基板に形成されたポリヌクレオチドプローブチップに、試料ポリヌクレオチドを添加する工程と、前記第1の電極と前記第2の電極との間に高周波電界を印加して、試料ポリヌクレオチドを前記各区画の前記ゲル中を移動させて、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる工程と、前記第2の電極と前記第3の電極との間に高周波電界を印加して、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブとハイブリダイズしない前記試料ポリヌクレオチドを前記ゲルから移動させる工程とを有することを特徴とするポリヌクレオチド検査方法。

【請求項24】 各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を具備するポリヌクレオチドプローブチップに、試料ポリヌクレオチドを添加する工程と、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを前記各区画のゲルの中を移動させ、前記ゲルに保持された前記ポリヌクレオチドプローブと前記試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる工程と、前記試料ポリヌクレオチドがハイブリダイズした前記ポリヌクレオチドプローブから前記試料ポリヌクレオチドを遊離させる工程と、前記各区画に対応してそれぞれ配置されたキャピラリーを用いて、遊離した前記試料ポリヌクレオチドを電気泳動分離する工程とを有することを特徴とするポリヌクレオチド検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、DNA、RNA、及び蛋白質等の検査対象に関する種々の検査項目を一度に検査するプローブチップ（多項目センサー）に関し、特に、DNA検査用のポリヌクレオチドプローブチップ、及びこれを用いるポリヌクレオチド検出法に関する。

【0002】

【従来の技術】 ゲノム計画の進展とともにDNAレベルで生体を理解し、病気の診断や生命現象の理解をしよう

とする動きが活発化してきた。生命現象の理解や遺伝子の働きを調べるには遺伝子の発現状況を調べることが有効である。この有力な方法として、固体表面上に数多くのDNAプローブを種類毎に区分けして固定したDNAプローブアレーあるいはDNAチップが用いられ始めている。

【0003】 このDNAチップの作成には、光化学反応と半導体工業で広く使用されているリソグラフィーを用いて、区画された多数のセルに設計された配列のオリゴマーを一塩基ずつ合成する方法（従来技術1：Science 251、767-773（1991））、DNAプローブを各区画に一つ一つ植え込む方法（従来技術2：Proc. Natl. Acad. Sci. USA 93、4613-4918（1996））等の方法がある。

【0004】 チップに固定するプローブ量を多くするために、チップ上にアクリルアミドゲルの膜を形成し、このゲルにプローブを固定する方法も考案されている（従来技術：3 Proc. Natl. Acad. Sci. USA 93、4613-4918（1996））。

【0005】 DNAプローブチップに用いられるDNAプローブの固定方法として、ビオチンとアビジンの結合を利用したり、Au（金）表面にSH基を介して固定する方法（従来技術4：Biophysical Journal 71、1079-1086（1996））、ガラス表面に固定する方法（従来技術5：Analytical Biochemistry 247、96-101（1997））、ガラス表面に塗布したアクリルアミドゲルのエレメントマトリックスに固定する方法（従来技術6：Proc Natl. Acad. Sci. USA 93、4913-4918（1996））、等が知られている

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 DNA又はその誘導体に限らずRNA又はその誘導体を固体（チップ）表面上に保持することもあるので、以下では、ポリヌクレオチドを固体（チップ）表面上に保持したものをポリヌクレオチドプローブチップと呼ぶことにする。

【0007】 従来技術1、2の何れのDNAチップの作成方法も制作に手間と時間がかかり、製作費が高価になるという問題があり、特に、プローブアレーが密集した微細な部分からなるDNAチップの製作には一層手間と時間がかかるという問題がある。即ち、一般のユーザーが簡単に作成できない不便さがある。

【0008】 一般に、DNAチップを使用する検査では、狭いチップ表面に保持したプローブに多量の溶液を接触させて、溶液中の目的DNAをプローブと会合させる必要があるため、ハイブリダイゼーションの速度が遅いという重大な問題がある。特に、プローブに対して目的とするDNAの長さが長くなると、保持されたプロ

ープに対してDNAが相補になるような配列方向から接近する必要があるため、ハイブリダイゼーションの速度が遅くなる問題がある。

【0009】また、固体（チップ）表面の面積が限られているため、保持できるプローブ量は、 $1\text{ fmol}$ の桁であり、限界があり、良く似た配列のDNAが多量に存在すると、微量の特定の目的とするDNAを検出する場合の妨害になることが多いという問題がある。プローブ量が少ないと、良く似た配列のDNAが固体表面のプローブを占有してしまう擬陽性ハイブリダイゼーションが起きやすくなる問題がある。以上説明した問題のため、従来技術1、2のDNAチップを用いた計測では、長時間を要し、高感度が得られない。

【0010】従来技術3では、チップのゲル中の試料DNAの拡散が、ハイブリダイゼーションの速度の律速段階となるという問題がある。また、従来技術3では、固体（チップ）表面上に形成したゲルを化学処理しプローブが結合できるように加工して、プローブが均一に保持された作成の再現性の良いポリヌクレオチドプローブチップを一般のユーザーが作るには熟練を要するという問題がある。

【0011】従来技術のチップで各区画からの蛍光を同時検出するためには、エキスパンダで広げたレーザービームをカメラ側の同一面から照射する必要があり、各区画に照射されるレーザー光密度が低下するため高出力レーザーが必要であった。また、チップ表面で反射し検出器に直接入るレーザー光がバックグラウンドとなり高感度検出が困難であった。このため、従来技術のチップを使用する場合、レーザー顕微鏡でスキャンする方法が一般的であり、計測に長時間を必要とする問題があった。更に、従来技術のチップの各区画に捕捉されたDNAを、

【0012】本発明は上記した問題を解決するためになされたもので、本発明の目的は、簡単に、望むポリヌクレオチドプローブチップを密集した状態で作成でき、製造コストも安価なチップの作成方法を提供することにある。また、チップ表面でのハイブリダイゼーション速度を改善し短時間で計測が可能であり、高感度かつ擬陽性ハイブリダイゼーションの少ない、安価なポリヌクレオチドプローブチップ、及び、ポリヌクレオチドプローブチップの各区画に捕捉されたDNA断片を、区画毎に分離しサイズ毎に回収可能なポリヌクレオチド検出法、ポリヌクレオチド検出装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】 各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数の区画が配置される本発明のポリヌクレオチドプローブチップは以下の特徴を有している。

【0014】（A）各区画のポリヌクレオチドプローブ

がゲルに保持されており、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを各区画のゲル中を移動させて、ゲル中のポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせ、ポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドの衝突確立を高めている。これにより、ハイブリダイゼーションの速度を上げている。また、ゲルに保持されるプローブ量を多くできる。

【0015】（B）実際に使用する上では、各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数の区画が配置されるポリヌクレオチドプローブチップに、蛍光標識した試料ポリヌクレオチドを添加し各区画のゲル中を電気泳動により移動させ、ゲル中のポリヌクレオチドプローブと特定ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる。ポリヌクレオチドプローブチップの各区画のゲル中に捕捉された蛍光標識ポリヌクレオチドを検出することにより、各区画に捕捉された特定ポリヌクレオチドを検出できる。

【0016】試料ポリヌクレオチドを予め標識するのではなく、先ず、ポリヌクレオチドプローブチップに試料ポリヌクレオチドを添加し各区画のゲル中を電気泳動により移動させて、ゲル中のポリヌクレオチドプローブと特定ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせ、次に、ポリヌクレオチドプローブチップの各区画のゲル中でポリヌクレオチドがハイブリダイズしたポリヌクレオチドプローブに、DNAポリメラーゼを用いた伸張反応で蛍光標識したdNTPや蛍光標識したddNTPを取り込ませて標識することにより、各区画に捕捉された特定ポリヌクレオチドを検出できる。

【0017】更に、mRNA発現プロファイル計測のように、試料として塩基配列が未知のDNA（cDNA）断片を検出するには、10塩基乃至60塩基からなる実質的に共通な塩基配列からなる部分とその3'末端に断片識別用の任意の2塩基乃至3塩基の組み合わせからなるポリヌクレオチドプローブが保持されたポリヌクレオチドプローブチップを使用する。ポリヌクレオチドプローブチップに試料ポリヌクレオチドを添加し各区画のゲル中を電気泳動により移動させて、ポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせハイブリッドを形成する。ハイブリッドの検出は、蛍光標識dNTP、又は蛍光標識ddNTPをDNAポリメラーゼを用いて、ポリヌクレオチドプローブの伸張鎖に取り込むことにより行なう。ポリヌクレオチドプローブの3'末端の識別用の任意の2塩基乃至3塩基とハイブリダイズした試料ポリヌクレオチドのみが、蛍光標識の存在により検出される。あるいは、ポリヌクレオチドプローブにハイブリダイズした試料ヌクレオチドの相補鎖合成をポリヌクレオチドプローブプライマーとして行ない、変性させて1本鎖の伸长相補鎖を得る。次に、1本鎖伸长相補鎖に相補な蛍光標識プローブをハイブリダイズさせ、ハイブリダイズした試料の種類と有無を検出す

る。

【0018】(C) ; 各区画のポリヌクレオチドプローブがゲルに保持されており、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを各区画のゲル中を移動させて、ゲル中のポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせることは、電極をチップに配置する構造により可能となる。ハイブリダイゼーションの速度を上げて、特定ポリヌクレオチドの捕捉率を向上させるには、電極を切換えて試料ポリヌクレオチドを複数回にわたり上記の同一ゲル中を移動させてハイブリダイゼーションの効率を向上できる。

【0019】(D) ポリヌクレオチドプローブチップの基板面の各区画の各々に光検出用の素子が配置又は形成されたポリヌクレオチドプローブチップを用いて、基板面に平行な方向から各ゲルをレーザー照射することにより、複数の区画のゲルからの蛍光を同時に検出可能となる。このポリヌクレオチドプローブチップは、微小フォトダイオードアレイが形成された基板から構成され、各フォトダイオードの上部は特定の波長範囲の光（蛍光標識から発する蛍光）を通過する金属蒸着膜が形成され、金属蒸着膜の上部に絶縁層を介して透明電極が形成されており、透明電極の面にDNAプローブが固定される。ポリヌクレオチドプローブチップの面には、各フォトダイオードに流れる電流を検出する配線が形成される。レーザー光が全反射するように、ポリヌクレオチドプローブチップの上面から反射面を持つ反射板を押し付けて、各区画のゲルの面に反射板が押し付けられた状態で、レーザー光を照射するので、レーザー光は基板面と反射板の間で全反射を繰り返しながら進み、実質的に基板面に平行な方向から各区画のゲルを照射する。

【0020】(E) ポリヌクレオチドプローブチップの作成方法としては、反応残基を有するゲル前駆体とゲル前駆体の反応残基と結合する残基を有する複数のポリヌクレオチドプローブからなるプローブセットと、複数の区画を有するチップを予め準備し、ポリヌクレオチドプローブセットから選んだ任意のプローブの種類毎にゲル前駆体と混合し、ポリヌクレオチドプローブチップの異なる区画に添加しゲル化させて調製することにより、カスタムデザインのポリヌクレオチドプローブを保持できる。ゲル前駆体として、アクリルアミド及び誘導体を使用できる。ゲル前駆体の反応残基と結合する残基を有するポリヌクレオチドプローブとして、アクリル基等の活性ビニル基を有するポリヌクレオチドプローブを使用できる。

【0021】勿論、一つの区画に保持するポリヌクレオチドプローブは1種である必要はなく分析の目的によっては必要に応じて複数種を組み合わせ一つ一つの区画に保持することも可能である。反応残基を有するゲル前駆体とゲル前駆体の反応残基と結合する残基を有する複数のポリヌクレオチドプローブからなるプローブセット

と、複数種の区画を有するチップを予め準備し、ポリヌクレオチドプローブセットから選んだ複数の任意のプローブからなる複数のプローブグループをグループ毎にゲル前駆体と混合し、ポリヌクレオチドプローブチップの異なる区画に添加しゲル化させて調製することによりカスタムデザインのポリヌクレオチドプローブを簡単に調製できる。これらの調製法を用いれば、予め一定量のプローブを溶液状態で取り扱い、ゲルに保持するので、均一で再現性の高いポリヌクレオチドプローブチップを調製可能である。本発明のポリヌクレオチドプローブのポリヌクレオチドプローブチップへの保持方法は、従来技術4、5、6の方法とは全く異なる。

【0022】本発明によれば、用途に応じて必要な種類のポリヌクレオチドプローブを簡単にポリヌクレオチドプローブチップに並べることができる。ゲル前駆体の反応残基と結合する残基を有する各々のポリヌクレオチドプローブは、DNA合成機で調製したアミノ基を有するポリヌクレオチドとN-アクリロキシスクシイミドとアリルグリシジルエーテルとアクロレインとを反応させ、ゲル濾過法やエタノール沈殿法で反応生成物を回収するだけで調製できるため安価であり、ポリヌクレオチドプローブチップ自身も安価に作成できる。各々のポリヌクレオチドプローブは保存が可能である。

【0023】本発明の一構成を要約すると、反応残基を有するゲル前駆体とゲル前駆体の反応残基と結合する残基を有する複数のポリヌクレオチドプローブからなるポリヌクレオチドプローブセットから選んだ任意のプローブの種類毎にゲル前駆体と混合し、種類毎にポリヌクレオチドプローブチップ1の異なる小穴に添加しゲル化させて調製し、試料DNAをゲル内で電気泳動により強制的に移動させる。その後、レーザーをチップ側面から入射し、チップ全面から出る蛍光を一括して高感度2次元検出器で検出する。この結果、ハイブリダイゼーション効率が高く、高感度高速にDNA検出ができるDNA検出用のポリヌクレオチドプローブチップ及び検査方法を提供できる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下本発明を図面を参照して実施例を用いて詳細に説明する。

【0025】(第1の実施例) 図1は、本発明によるポリヌクレオチドプローブチップの一例を示し、図1

(a) はポリヌクレオチドプローブチップの斜視図、図1(b) は一部拡大図である。ポリヌクレオチドプローブチップ1はプラスチックからなり、表面が疎水性処理された疎水性部分5に囲まれ平坦な底面を持つ凹部と、上部及び下部の端が開口する複数の小穴（小穴が形成される区画）2が凹部の底面に格子状に配列して形成される。疎水性部分5と凹部の底面との間には、表面が親水性処理された親水性部分4が形成される。小穴2の上部の開口は0.5mm×0.5mm、上部と下部の開口間

の距離は1mmである。小穴2の開口部の形状は正方形に限らず、矩形、円形等の任意の形状でも良い。小穴2は0.5mmの隔壁3を介してx、y方向に配置され、16×16のマトリクスを構成している。即ち、各小穴2の中心は、1mmの間隔を置いて2次元に配置されている。

【0026】小穴2の上部の開口の面積は下部の開口の面積より小さくして、ゲルを保持することが可能である。即ち、小穴2には、上部の開口から下部の開口に向けてテーバーをつけてあり、ゲルを形成したときのゲル保持を容易にすることもできる。疎水性部分5と親水性部分4により試料溶液を容易に、ゲルが保持される小穴2を持つ凹部に保持できる。

【0027】ポリヌクレオチドプローブチップの側面にはレーザー導入用の光学研磨したレーザー導入部6が形成される。レーザーは各小穴2の側面部を照射する。プラスチックの材質として、400nmから650nmのレーザー光をよく透過し、光学的に透明なポリメタクリル酸メチル(PMMA)を用いる。なお、図1(a)に図示しない、レーザーを得るレーザー光源、蛍光標識から発する蛍光を検出する高感度冷却CCDカメラは図6に示す。

【0028】次に、各小穴2の内面(小穴の側面部)の表面処理について説明する。小穴2の内面は内部にゲルを形成した時に、小穴2の内部にゲルを確実に保持するために、酸素プラズマによるエッチングにより小穴2の内面に分子レベルの凹凸形状を形成してある。

【0029】図2は、ポリヌクレオチドプローブチップのゲルが保持される小穴の内面の表面処理を説明する図である。直鎖脂肪族化合物の一部にアクリル基を導入した試薬22を、各小穴2の内面21(小穴の側面部)に塗布して、各小穴2の内面21に活性アクリル基を導入した状態23を得る。第1の実施例では、各小穴2にアクリルアミドゲルを保持するが、この時、各小穴2の内面21に活性アクリル基とアクリルアミドゲルとの間が連結される。試薬22は、直接プラスチックの表面と化学結合しないが、試薬22の分子内の直鎖脂肪部分の疎水結合により、試薬22はプラスチックの表面に固定される。

【0030】図3は、ポリヌクレオチドプローブチップにポリヌクレオチドプローブを保持する方法を説明する図である。異なる256種類のプローブを準備する。

5'末端にアミノ残基31を持つ各ポリオリゴヌクレオチドプローブ30をホスホアミダイト法で合成して用いる。各プローブ10μMの水溶液にアクロレイン32を2mMの濃度になるように混合する。30分間20°Cで反応させた後、セファデックスG25によるゲル濾過で未反応のアクロレインを除去する。この操作でポリヌクレオチドプローブ30のアミノ残31とアクロレイン32のアルデヒド基が反応し、5'末端に活性アクリル

基が導入されたポリヌクレオチドプローブ33が得られる。真空乾燥した後、5'末端にアクリル基が導入されたポリヌクレオチドプローブを10μMの濃度の水溶液の状態、-20°C、ヘリウム雰囲気下で保存する。

【0031】ゲル前駆体にはアクリルアミドモノマーとN、N'-メチレンビスアクリルアミドの39:1の混合液を用いる。0.015%過硫酸アンモニウムを含む1.5Mトリス塩酸緩衝液(pH8.5)2.5μL(マイクロリットル)、アクリル基を導入したポリヌクレオチドプローブ(10μM)0.5μL、15%のアクリルアミド1.5μLの混合液に40nMのN、N、N'-テトラメチルエチレンジアミン0.5μLを加えて、直ちにチップの小穴2に滴下する。重合反応はヘリウム雰囲気下で行なう。

【0032】ラジカル重合反応は、酸素やプラスチック表面そのものが原因で重合阻害を起こす。この重合阻害を防止し、微細な部位に於ける気泡の発生を防ぐため、ヘリウム雰囲気で行なう。ヘリウム置換による重合阻害の完全な防止は不可能であるが、小穴2にはテーバーをつけてあるので小穴2に確実にゲルを保持できる。ヘリウム置換は、小穴内での気泡の発生を防止するためである。

【0033】反応液は毛管現象で一定量、小穴2に充填されゲル化する。N、N、N'-テトラメチルエチレンジアミン以外の溶液を全てのプローブについて調製しておき、N、N、N'-テトラメチルエチレンジアミンを加えて直ちに小穴2に滴下することにより、効率よくポリヌクレオチドプローブチップを得ることができる。あるいは、N、N、N'-テトラメチルエチレンジアミン以外の試薬、即ち、アクリルアミド、N、N'-メチレンビスアクリルアミド、及び過硫酸アンモニウムを含むトリス緩衝液と、アクリル基を導入したポリヌクレオチドプローブとを混合した溶液を調製しておき、この溶液をポリヌクレオチドプローブチップ表面に滴下して小穴に充填する。次いで、ガス化又は霧化(ミスト化)したN、N、N'-テトラメチルエチレンジアミンで、ポリヌクレオチドプローブチップを暴露して、重合反応を開始させて、ポリヌクレオチドプローブチップを簡単に作成できる。以上説明した方法により、ポリヌクレオチドプローブ30は34に示すように、ポリアクリルアミドゲル鎖(ゲルマトリックス)35に固定される。ポリアクリルアミドゲル鎖(ゲルマトリックス)35は、小穴2の内面21(小穴の側面部)に固定される。

【0034】図4は、ポリヌクレオチドプローブチップと電気泳動電極の位置関係を示す平面図である。図4に示すように、ポリヌクレオチドプローブチップ1の下面(小穴2の下部開口側)は、電極42が配置される電極槽41の中に設置される。ポリヌクレオチドプローブチップ1の上面(小穴2の上部開口側)に滴下された試料

液面（又は中）にメッシュ状の電極43が設置される。極性を切替える手段（スイッチ）44により極性が選択されて、電極42と電極43との間に電圧が印加される。

【0035】作製したポリヌクレオチドプローブチップを用いて、実際に各種DNA断片の計測に用いた一例について説明する。第1の実施例では、8.7kbのヒトDNAクローンを制限酵素Hsp92II（4塩基認識酵素でCATGを認識し、CATGの4塩基3'突出末端を形成する）で切断した断片群（以下、8.7kb DNA断片群と略記）を試料として用い、断片群から種々断片が別々に検出できることを示す。ここでは、以下に示す配列番号1、及び配列番号2のプローブを用いて、配列番号1、及び配列番号2のプローブに相補なDNA断片を検出した例について説明する。

【0036】配列番号1のプローブ：

5' TCTCACACCCAGCTGTCCCAAGACCGTTTGC3'

配列番号2のプローブ：

5' AATACAGGCATCCTTCACTACATTTTCCCT3'

配列番号1、及び配列番号2のプローブはポリヌクレオチドプローブの異なる小穴2に保持される。その他の小穴2には、8.7kb DNA断片群に相補結合しないプローブが保持される。配列番号1、及び配列番号2のプローブに相補な断片のみが混合物から検出できるか否かでポリヌクレオチドプローブチップの有効性を確認する。以下に具体的な実施内容について説明する。

【0037】（試料調製）モデル試料として8.7kbのヒト由来DNAクローンを制限酵素で切断して、3'末端に配列番号3の配列を持つDNA（アダプター）配列を結合したDNA断片混合物52を用意する。先ず、この8.7kbのDNAを制限酵素Hsp92IIで切断して、断片の3'両末端に、配列番号3の既知配列を持ち、3'末端が、蛍光体（スルホローダミン101（SR101））で標識されたDNAをDNAリガーゼで連結する。

【0038】配列番号3のDNA（アダプター）：

5' -ACTGGCCGTCGTTT-3'

配列番号3のDNA（アダプター）の5'末端には、ライゲーション反応用のリン酸基が結合している。即ち、400fmolのヒト由来DNAクローンを10nMのMgCl<sub>2</sub>、15nMのKClを含む10nMのTris-HCl（pH7.4）溶液に溶解し、40ユニットのHsp92II（Promega、UK）を加え37°C、2時間反応させて完全に切断する。エタノール沈殿でDNAを回収した後、アルカリホスファターゼで5'末端のリン酸基を除去する。蛍光体で3'末端が標識され5'末端にリン酸基を有する配列番号3のアダプター（20pmol）と、配列番号3のDNAと相補結

合可能な配列番号4の既知配列を持つDNA（ヘルパーオリゴマー）（20pmol）を、400fmolの切断DNA断片混合物に添加し40μLとし、ライゲーションハイ（TOYOBO）20μLを添加して、16°Cで1時間ライゲーション反応を行なう。

【0039】配列番号4のDNA（ヘルパーオリゴマー）：

5' -AAACGACGGCCAGTCATG-3'

配列番号4のDNA（ヘルパーオリゴマー）の3'末端はリン酸化されている。これにより、各DNA断片の3'末端にのみアダプター配列が導入され、同時に各断片の3'末端が蛍光体53（スルホローダミン101）で標識される。

【0040】ライゲーション反応は、DNA断片の3'末端のOH酸基と、配列番号3のDNAの5'末端のリン酸基との間を連結する反応である。ここで示した方法は、配列番号4のDNAの3'末端は、リン酸基で修飾されているため配列番号3と配列番号4のDNA間のライゲーションが抑えられる上、DNA断片の5'末端のリン酸基を除去してあるためDNA断片間の再結合を防止できる。このため確実に配列番号3のDNAを導入できる。このようにして調製した蛍光標識DNA断片混合物52を希釈し0~1nMの各種濃度の試料として用いる。

【0041】次に、オリゴヌクレオチドプローブチップによるDNA断片の検出について述べる。オリゴヌクレオチドプローブチップに試料溶液250μLを滴下すると、約2mmの厚さの液相ができる。

【0042】図4に示す電極42を正極、電極43を負極として、20Vの電界を印加し、10秒後に極性を反転させ逆電位を10秒印加するサイクルを10回繰り返して、DNA断片を各小穴内のゲルに保持したポリヌクレオチドプローブにハイブリダイズさせる。次に、電極42を正極、電極43を負極として、20Vの電界を印加してはハイブリダイズしなかったDNA断片を除去する。

【0043】図5は、図1に示すオリゴヌクレオチドプローブチップの動作を説明する図である。矢印を持つ直線50は電気泳動により蛍光標識DNA断片混合物52が移動する電気泳動方向を示す。隔壁3により仕切られる小穴54、55に、各々異なるポリオリゴヌクレオチドプローブ56（配列番号1のプローブ）、57（配列番号2のプローブ）が固定される。蛍光標識DNA断片混合物52がポリアクリルアミドゲル中を通過すると、ポリオリゴヌクレオチドプローブ56に相補な塩基配列58を持つ蛍光標識DNA断片が小穴54に、ポリオリゴヌクレオチドプローブ57に相補な塩基配列59を持つ蛍光標識DNA断片が小穴54に、それぞれ60に示すように捕捉される。その他の蛍光標識DNA断片61は、小穴54、55に捕捉されずに小穴を通り抜ける。



【0044】反応の終了したポリヌクレオチドプローブチップの光学研磨した面(図1に示すレーザー導入部6)に、594nmのHe-Neレーザーを照射する。レーザーは走査して照射しても良いし、広げて一度の照射しても良い。レーザーは各小穴を照射する。蛍光体53(スルホローダミン101)から発する蛍光を605nm~660nmの光を透過する蒸着フィルターを通して、ポリヌクレオチドプローブチップの上面又は下面から高感度冷却CCDカメラで計測する。

【0045】図6は、ポリヌクレオチドプローブチップ上に検出された蛍光標識DNA断片の位置を示す図である。図6に示すように、配列番号1、及び配列番号2のプローブ56、57を各々保持した小穴54、55で蛍光が検出できる。プローブ56、57以外のその他のプローブが固定された小穴61では、小穴54、55での検出される蛍光強度の1/20以下の蛍光しか検出されない。図6には、図1(a)に図示しない、レーザー122を得るレーザー光源122、高感度冷却CCDカメラ124を示す。

【0046】図7は、ポリヌクレオチドプローブチップによるDNA断片の検量線の例を示す図である。図7は、種々濃度のDNA断片濃度に対して得られる蛍光強度を測定して得られる。71は配列番号1のプローブを保持した小穴56から得られた蛍光強度(相対強度)、72は配列番号2のプローブを保持した小穴57から得られた蛍光強度(相対強度)、73は図6の小穴61の位置から得られた蛍光強度で非特異吸着由来のバックグラウンドの蛍光強度(相対強度)を表わす。

【0047】(第2の実施例)本発明のポリヌクレオチドプローブチップの他の形態について述べる。第1の実施例に示した、上下貫通する小穴を持つポリヌクレオチドプローブでは、ポリヌクレオチドプローブを保持するゲルを各小穴に形成するのは簡単であるが、試料ポリヌクレオチドを添加し、各区画のゲル中を電気泳動により移動させるための電極を、別途用意する必要がある。第2の実施例では、電極を基板上に形成する。

【0048】図8は第2の実施例のポリヌクレオチドプローブチップ79の平面図(図8(a))、及びA-A'断面図(図8(b))である。ポリヌクレオチドプローブチップ79は、表面が疎水性の部材(疎水性部分86)により形成される凹部をガラス基板80の上に有し、凹部内の一方向で表面が疎水性の疎水性部分86'で仕切られたポリヌクレオチドプローブ保持ゲル83、凹部内の一方向でポリヌクレオチドプローブ保持ゲル83を挟み、線状の電極81、82、及び親水性部分84、85を有している。電極81、82、親水性部分84、85、ゲルが形成される部分(区画)87、及び疎水性部分86'はほぼ同一面にある。ゲルが形成される部分(区画)87は、疎水性部分86、86'により隔離される。区画87は、例えば、16区画設けられる。

【0049】上記一方向にある、表面が疎水性された部材(疎水性部分86)には、ポリヌクレオチドプローブ保持ゲル83に照射するレーザーを導入するレーザー導入用の光学研磨したレーザー導入部6(図8には図示せず)が、第1の実施例と同様に形成される。平坦な底面を持つ凹部が直接ガラス基板80に形成される場合には、ガラス基板の側面を光学研磨してレーザー導入部を形成する。

【0050】各区画87の大きさは0.5mm×0.5mm、疎水性部分86'のA-A'方向に直交する方向の寸法は0.25mm、親水性部分84、85のA-A'方向での寸法は0.25mm、電極81、82のA-A'方向での寸法は0.15mmである。即ち、16区画の中心が、0.75mmの間隔をおいて1次元に配置されている。

【0051】ガラス基板80のゲルが形成される部分87の部分にメタクリロキシプロピルトリメトキシシランを塗付して、120°Cで30分間ベークすることにより表面に2重結合をもった残基を導入してある。金の蒸着により電極81、82をガラス基板80の面を形成する。疎水性部分86はテフロンを蒸着により形成される。親水性部分84、85は最初はテフロンを蒸着してある。

【0052】第1の実施例と同様に2重結合をもった残基を導入した基板87の部分に、ポリヌクレオチドプローブ保持ゲルを形成する。即ち、ゲル前駆体としてアクリルアミドモノマーとN、N'-メチレンビスアクリルアミドの29:1の混合液を用意する。0.015%過硫酸アンモニウムを含む1.5Mトリス塩酸緩衝液(pH8.5)2.5μL、アクリル基を導入したポリヌクレオチドプローブ(0.2nM)0.5μL、15%のアクリルアミド1.5μLの混合液に40nMのN、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミン0.5μLを加える。N、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミン以外の溶液を全てのプローブについて調製しておき、N、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミンを加えてすぐに直ちにチップ表面に滴下する。重合反応はヘリウム雰囲気中で行なう。勿論、第1の実施例と同様に、N、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミン以外の試薬、即ち、アクリルアミド、N、N'-メチレンビスアクリルアミド、及び過硫酸アンモニウムを含むトリス緩衝液と、アクリル基を導入したポリヌクレオチドプローブとを混合した溶液を調製しておき、この溶液をポリヌクレオチドプローブチップ表面の区画87に滴下する。

【0053】次いで、ガス化又は霧化(ミスト化)したN、N、N'、N'-テトラメチルエチレンジアミンで、ポリヌクレオチドプローブチップを暴露して、重合反応を開始させても良い。反応液が区画87からはみ出しても、テフロンを蒸着してある部分はゲル化しない。

これは、通常テフロンは酸素を吸蔵しており、ラジカル重合を阻害するためである。吸蔵している酸素は容易には置換されない。電極81、82、2重結合を導入した部分87はゲル化する。テフロンを蒸着していた親水性部分84、85は、ゲル83を形成した後に0.05% Tween20水溶液で処理して親水性に変える。

【0054】図9は、アクリル基を導入したポリヌクレオチドプローブが保持されたポリアルリルアミドゲルを得る方法を説明する図である。5'末端にアミノ酸基101を導入したポリヌクレオチドプローブ100と、N-アクリロキシスクシンイミド112とをPH9で反応させて、ゲル濾過法でアクリロキシポリヌクレオチドプローブ113を得る。第1の実施例と同様にして、115に示すように、ポリヌクレオチドプローブ100が固定されたポリアルリルアミドゲル114を得ることができる。このポリヌクレオチドプローブ100が固定されたポリアルリルアミドゲル114が、図8に示すポリヌクレオチドプローブチップ79のポリヌクレオチドプローブ保持ゲル83である。

【0055】この様にして調製したポリヌクレオチドプローブチップ79を用いて実際にDNA断片を検出する例について説明する。試料は第1の実施例と同様のものを用いる。即ち、8.7kbのヒトDNAクローンを制限酵素Hsp92IIで切断し蛍光標識した断片群を試料（調製は第1の実施例に従った）として、配列番号1、及び配列番号2のプローブを用いて、これに相補なDNA断片を検出した例について説明する。

【0056】試料溶液100μLをチップに滴下すると、疎水性部分86、86'、ゲルで表面が覆われ親水性の電極81、82、及び親水性部分84、85により、図8に示すように、試料溶液は88のような液だまりとなる。試料溶液とポリヌクレオチド保持ゲル83は接触していれば良く、ゲル83が試料溶液に完全に浸漬してしまうほど液量が多くてもよい。図8に示す電極82を正極、電極81を負極として、0.5Vの電界を印加し試料液中のDNA断片を電気泳動によりゲル中に移動させハイブリダイゼーションを行なう。第1の実施例と同様に、5秒おきに電極の極性を複数回切換えて何度も試料液88中の蛍光標識されたDNA断片をゲル83中で移動させる。電極の極性の切換えは、図8に図示しない極性を切換える手段（スイッチ）により行なう。今回は5秒おきに10回繰り返す。

【0057】その後、セル全体を洗浄し、更に、電極82を正極、81を負極として、0.5Vの電界を印加してゲル中の未反応DNA断片を電気泳動によりゲルから溶出させ、更に、洗浄してバックグラウンドの原因となるハイブリダイズしなかったDNA断片を除去する。反応の終了したポリヌクレオチドプローブチップに594nmのHe-Neレーザーを照射する。発する蛍光を605nm~660nmの光を透過する蒸着フィルターを

通して、ポリヌクレオチドプローブチップの上面から高感度冷却CCDカメラで計測する。以上の構成により、第1の実施例と同様に目的DNA断片を検出できる。

【0058】（第3の実施例）図10は、第3の実施例のポリヌクレオチドプローブチップの構成を示す断面図（図8(a)のA-A'断面に対応する）である。図10に示す構成では、第2の実施例で説明した図8に示すポリヌクレオチドプローブチップの構成に於いて、ゲルが形成される部分（区画）87の各区画には、フォトダイオード126が形成され、更に、絶縁層（図示せず）を介してフォトダイオード126の上部に特定の波長範囲の光（蛍光標識から発する蛍光）を通過する金属蒸着膜128が形成されており、金属蒸着膜128の面にポリヌクレオチドプローブ（DNAプローブ）が固定される。金属蒸着膜128は使用される蛍光体の発光波長を通過させるバンドパスフィルターとして作用する。

【0059】第2の実施例と同様にして、図10に示す電極82を正極、電極81を負極として、0.5Vの電界を印加し試料液88中のDNA断片を電気泳動によりゲル83中に移動させハイブリダイゼーションを行ない、蛍光標識した断片群を各区画に捕捉した後、セル全体を洗浄し、次いで、電極82を正極、81を負極として、0.5Vの電界を印加してゲル83中の未反応DNA断片を電気泳動によりゲル83から溶出させ、次いで、洗浄してハイブリダイズしなかったDNA断片を除去する。なお、電極の極性の切換えは、図10に図示しない極性を切換える手段（スイッチ）により行なう。反応の終了したポリヌクレオチドプローブチップに、図6に示す構成と同様にして、594nmのHe-Neレーザーを照射する。

【0060】発する蛍光を各区画の各フォトダイオード126により検出し、各フォトダイオードに流れる電流は、ポリヌクレオチドプローブチップの面に形成される配線により、各区画毎に外部に取り出される。スルホロダミン101から発する蛍光は、605nm~660nmの光を透過する金属蒸着膜128を通して、各フォトダイオード126により検出される。以上の構成により、第1の実施例、第2の実施例と同様に目的DNA断片を検出できる。

【0061】（第4の実施例）図11は、第4の実施例のポリヌクレオチドプローブチップの構成を示す断面図（図8(a)のA-A'断面に対応する）である。図11に示す構成では、第3の実施例で説明したポリヌクレオチドプローブチップの構成に於いて、金属蒸着膜128の上部に、更に、絶縁層（図示せず）を介して透明電極130を形成する。透明電極130は、蛍光体から発する蛍光を通過させる構成とする。透明電極130の面にポリヌクレオチドプローブ（DNAプローブ）が固定される。

【0062】透明電極130を負極とし、図11に示す

電極 82、81 を正極として、0.5 V の電界を印加し試料液 88 中の DNA 断片を電気泳動によりゲル 83 中に移動させハイブリダイゼーションを行ない、蛍光標識した断片群を各区画に捕捉した後、セル全体を洗浄し、次いで、透明電極 130 を正極とし、図 11 に示す電極 82、81 を負極として、0.5 V の電界を印加してゲル 83 中の未反応 DNA 断片を電気泳動によりゲル 83 から溶出させ、次いで、洗浄してハイブリダイズしなかった DNA 断片を除去する。透明電極 130、電極 (81、82) の極性の切換えは、図 11 に図示しない極性を切換える手段 (スイッチ) により行なう。

【0063】反応の終了したポリヌクレオチドプローブチップに、図 6 に示す構成と同様に、594 nm の He-Ne レーザーを照射し、発する蛍光を各区画毎に検出することは、第 3 の実施例と同様である。但し、蛍光は、金属蒸着膜 128 及び透明電極 130 を介して各フォトダイオード 126 により検出される。以上の構成により、第 1、第 2、第 3 の実施例と同様に目的 DNA 断片を検出できる。

【0064】(第 5 の実施例) 図 12 は第 5 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップ 79 の平面図 (図 12 (a))、及び A-A' 断面図 (図 12 (b)) である。図 12 に示す構成では、第 2 の実施例で説明した図 8 に示すポリヌクレオチドプローブチップの構成に於いて、更に、ポリアクリルアミドゲル 83 が形成される各区画 87 の中心部に形成される点電極 150 (面積は 0.15 mm × 0.15 mm) と、各区画 87 の外部に形成される点電極 150 を挟む点電極 152、162 (寸法は A-A' 方向で 0.1 mm、A-A' 方向に直交する方向で 0.15 mm) とが配置される。点電極 150

の中心と、点電極 152、162 の各中心とは、A-A' 方向で、0.13 mm 離れている。点電極 150 の面積より広い範囲の区画 87 にポリアクリルアミドゲル 83 が形成されている。

【0065】図 12 に示す構成では、直流電界を印加する代わりに、高周波電界を印加することにより、試料 DNA をポリアクリルアミド内に導入し、試料 DNA とポリアクリルアミドマトリクスに固定されているポリヌクレオチドプローブとを効率良くハイブリダイズさせる。高周波電界を用いる利点は、電気分解によるガスの発生が無く、長時間の泳動が可能な点にある。第 4 の実施例に於ける直流電界の印加では、ガスが発生するため、一定方向に電界を印加できず、数秒単位で印加する電界の方向を切り替えるか、又は電気分解が起きないように低電界の印加をしなければならないという問題がある。この問題は高周波電界を用いることにより解決できるが、DNA 分子を高周波電界の印加により目的の方向に移動させるには、電極配置に工夫が必要である。

【0066】試料 DNA 混合溶液をポリヌクレオチドプローブチップ表面に滴下して、電極 81、82、15

2、162、及びポリアクリルアミドゲルが、試料 DNA 混合溶液で浸された状態とする。先ず、点電極 150 と線状の電極 81 との間、及び点電極 150 と線状の電極 82 との間に、2 MHz、50 V の高周波を印加すると、混合溶液中の DNA 分子は電気力線の勾配方向に電界密度の高い向きに移動する。即ち、DNA 分子は、電極 81 及び電極 82 から点電極 150 に向かって移動し、ポリアクリルアミドゲル中を通過することになる。この結果、標的 DNA がゲルマトリクスに固定されているポリヌクレオチドプローブにハイブリダイズする。DNA 分子の移動速度は、電気力線の勾配と DNA サイズに依存し、大きな DNA 分子程移動しやすい。次に、ポリヌクレオチドプローブとハイブリダイズしない DNA 分子を除去するため、点電極 152 と電極 82 との間、又は点電極 162 と電極 81 との間に高周波電界を印加する。

【0067】電極 82、81 の長さは、それぞれ電極 152、162 の長さより長いので、電極 82、81 の近傍よりも電極 152、162 の近傍の方で電界密度が高くなり、ゲルマトリクスの中にハイブリダイズしないで保持されている DNA 分子は、電極 152、162 の方向に移動して、ポリアクリルアミドゲルから溶出する。

【0068】第 5 の実施例では、M13 ファージ由来の DNA に相補的な 50 塩基長のポリヌクレオチドプローブを固定した各区画 87 を用意する。試料として M13 ファージ、及びラムダ DNA を使用して、(1) M13 ファージを Pst I で切断した後に、3' 末端に蛍光色素 Cy-5 を標識した dUTP をターミナルデオキシヌクレオチジルトランスフェラーゼを用いた伸長反応により取り込み、蛍光標識された M13 ファージと、(2) (1) と同様にして、ラムダ DNA を Pst I で切断した後に、3' 末端に蛍光色素 Cy-5 を標識した dUTP をターミナルデオキシヌクレオチジルトランスフェラーゼを用いた伸長反応により取り込み、蛍光標識されたラムダ DNA とを調製して、(1) と (2) とによる調製物の混合物を試料混合溶液とする。

【0069】試料混合溶液をポリヌクレオチドプローブチップの表面に滴化し、点電極 150 と線状の電極 81 との間、及び点電極 150 と線状の電極 82 との間に、2 MHz の電界を 2 分間印加して、試料 DNA をポリアクリルアミドゲル中に導いた後、電極 162 と電極 81 との間に同様に 2 MHz の電界を 2 分間印加する。ポリヌクレオチドプローブチップ表面を洗浄した後、更に、電極 82 と電極 152 との間に同様に 2 MHz の電界を 2 分間印加した後に、ポリヌクレオチドプローブチップ表面を洗浄する。

【0070】ポリヌクレオチドプローブチップの凹部に洗浄液を満たしたまま、洗浄液の面にカバーガラスを乗せ、図 6 に示すように、ポリヌクレオチドプローブチッ

10

20

30

40

50

プの側面からレーザーを照射し、各区画 87 に於けるポリアクリルアミドゲル 83 から発生する蛍光を検出する。その結果、M13 ファージ由来の DNA に相補的な 50 塩基長のポリヌクレオチドプローブが固定された区画から検出された蛍光強度は、他の塩基配列を持つポリヌクレオチドプローブが固定された区画から検出された蛍光強度よりも、100~300 倍強い蛍光強度で観測される。

【0071】図 12 に示す電極が配置されたポリヌクレオチドプローブチップを用いれば、高周波電界の印加により、DNA 分子をポリアクリルアミドゲル中にトラップしたり、ポリヌクレオチドプローブとハイブリダイズしなかった DNA 分子をポリアクリルアミドゲルから溶出させたりする等の、DNA 分子のハンドリングを容易に行なうことができる。また、電気分解によるガスの発生が無いので、電極表面に直接ポリアクリルアミドゲルを形成する場合も、長時間の電界の印加が可能である。このため、希薄な溶液からポリアクリルアミドゲル中にハイブリダイゼーションにより特定の DNA 分子を濃縮するのにも有効である。

【0072】なお、第 5 の実施例の構成において、第 3 の実施例と同様にして、各区画 87 に、各区画の面積とほぼ同面積を持つフォトダイオードと、絶縁層を介してフォトダイオードの上部に特定の波長範囲の光（蛍光標識から発する蛍光）を通過する金属蒸着膜 128 とを形成して、第 4 の実施例と同様にして、更に、金属蒸着膜 128 の上部に、絶縁層を介して透明電極 130 を形成して、透明電極 130 を図 12 に示す電極 150 として用いることも可能である。

【0073】（第 6 の実施例）本発明のポリヌクレオチドプローブチップでは、多量のポリヌクレオチドプローブをゲルマトリックスに固定できるため、ハイブリダイゼーションにより捕捉できる DNA 量が各区画当たりサブ pmol に達する。このため、各区画に捕捉された DNA を回収して、更に詳しい分析を行なうことが可能である。第 6 の実施例では、捕捉された DNA を複数本のキャピラリーから構成されるキャピラリーアレー電気泳動装置を用いて直接分析する方法について、以下説明する。

【0074】図 13 は、キャピラリーアレー電気泳動装置と第 1 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップとを組合わせた第 6 の実施例の装置の構成及び動作を説明する断面図である。第 6 の実施例では、第 1 の実施例と同様に、ヒト 8.7 kb のヒト DNA クロンを制限酵素 HSP92II で切断して得た断片群を試料とする。配列番号 1、2 のポリヌクレオチドプローブを固定したポリヌクレオチドプローブチップ 1（図 5）を用いて、配列番号 1、2 のポリヌクレオチドプローブに相補的な断片を各区画に捕捉する。図 13 の上部に示す 60 は、各区画に断片が捕捉された状態を示す（図 5 の下部に示

す 60 と同じである）。

【0075】図 13 に示すように、第 6 の実施例の装置の構成では、ポリヌクレオチドプローブチップ 1 の各区画 54、55 に、キャピラリー 200 の末端を密着させる。複数本のキャピラリー 200 は、ポリヌクレオチドプローブチップ 1 の各区画の配置の形状に合わせて、キャピラリー 200 の先端は、16×16 のマトリックス状に束ねてあり、各区画に 1 本のキャピラリー 200 が対応して接触できるようになっている。即ち、各キャピラリー 200 の先端の中心は、1mm の間隔をおいて 2 次元に配置されている。各キャピラリーの内部には、電気泳動分離担体として、T=4.5%、C=2.5% の架橋ポリアクリルアミドゲル 201 が形成されている。

【0076】各キャピラリーの一端でキャピラリー内部のポリアクリルアミドゲルと、ポリヌクレオチドプローブチップの各区画に形成されたゲルとは、電氣的に接触しており、各キャピラリーの他端でキャピラリー内部のポリアクリルアミドゲルと接触する電極 204 と、電極 43 との間で電界を印加できる。

【0077】ポリヌクレオチドプローブチップに赤外線ランプを用いて赤外線を照射すると、ポリヌクレオチドプローブチップの温度が上昇し、ゲルマトリックス 35 に固定されているポリヌクレオチドプローブ 56、57 にハイブリダイズしている配列 58 又は 59 を持つ DNA 断片が遊離する。

【0078】電極 204 を正極とし、電極 43 を負極として、各キャピラリー内部のゲルとポリヌクレオチドプローブチップの各区画には、100V/cm の電界が印加されており、遊離した DNA 断片は各区画毎に別々のキャピラリーに電気泳動的に移動する。連続的に 30 分間電界を印加すると、各断片はサイズにより泳動速度が異なるので、電極 204 に近い側で、各キャピラリーにレーザーを照射するか、又は、各キャピラリーの外部の緩衝液中でレーザーを照射して、各断片の蛍光標識を励起して発する蛍光を検出する、レーザー照射系及び蛍光検出系（図 13 に図示せず）を用いて、各区画に捕捉されていた DNA 断片のサイズを知ることができる。更に、上記の蛍光の検出と同期させて、各区画に捕捉されていた DNA 断片をサイズ毎に、分取して回収できることは言うまでもない。

【0079】（第 7 の実施例）次に、キャピラリーアレー電気泳動装置と、第 2 の実施例（図 8）、第 3 の実施例（図 10）、第 4 の実施例（図 11）、第 5 の実施例（図 12）の各実施例に示すポリヌクレオチドプローブチップ 79 とを組合わせた第 7 の実施例の DNA 断片を回収する装置の構成及び動作を説明する。

【0080】図 14 は、キャピラリーアレー電気泳動装置と第 5 の実施例（図 12）とを組合わせた第 7 の実施例の DNA 断片を回収する装置の構成及び動作を説明する断面図である。各区画 87 のポリヌクレオチドプロー

ブを固定したゲルマトリックス 83 には、ポリヌクレオチドプローブに相補的な DNA 断片が捕捉されている。各区画 87 の中心と、16 本の各キャピラリーの一方の先端の中心とが、ほぼ一致するように、各キャピラリー 200 の先端の中心が 0.75 mm の間隔において、溶液 88、及びゲルマトリックス 83 に接触して、1 次元方向に配置されている。

【0081】第 6 の実施例と同様にして、赤外線ランプを用いてポリヌクレオチドプローブチップ 97 の表面を赤外線照射して加熱して、ハイブリダイズしている DNA 断片をポリヌクレオチドプローブから遊離させる。次に、電極 152、162、150 を負極とし、他端で各キャピラリー内部のポリアクリルアミドゲルと接触する電極 204' を正極として、50 V/cm の電界強度を 30 秒印加し、ゲルマトリックス 83 から遊離した DNA 断片をキャピラリー 200 に導入する。試料溶液 88 の容量は少なく、このまま電界を印加し続けると溶液の pH が変化し、電気泳動に影響が出るので、キャピラリー 200 の先端をポリヌクレオチドプローブチップから離し、十分な電解液を含む電極槽に移し、更に、200 V/cm で泳動を続ける。第 6 の実施例と同様に、キャピラリーの他の末端側には、レーザー照射系、蛍光検出系が配置してあり、泳動時間からポリヌクレオチドプローブチップに捕捉された DNA 断片のサイズを測定できる。

【0082】図 15 は、ポリヌクレオチドチップ 79 の 16 の各区画にハイブリダイズした DNA 断片を、各区画から回収して測定した DNA 断片の電気泳動パターンの例を示す。第 6 の実施例と同様にして、各区画の異なるポリヌクレオチドにハイブリダイズした DNA 断片をサイズ毎に、分取して回収可能なことがわかる。

【0083】以上の説明では、キャピラリーアレー電気泳動装置と第 5 の実施例（図 12）に示すポリヌクレオチドプローブチップ 79 とを組合わせた DNA 断片を回収する装置の構成及び動作を説明したが、第 5 の実施例（図 12）の代りに、第 2 の実施例（図 8）、第 3 の実施例（図 10）、第 4 の実施例（図 11）の各実施例に示すポリヌクレオチドプローブチップ 79 と、キャピラリーアレー電気泳動装置とを組合わけても良いことはいうまでもない。第 2 の実施例（図 8）、第 3 の実施例（図 10）の各ポリヌクレオチドプローブチップを用いる場合には、電極 81、82 を負極とし、第 4 の実施例（図 11）の各ポリヌクレオチドプローブチップを用いる場合には、透明電極 130、電極 81、82 を負極とする。

【0084】以上説明した各実施例では、十分な量の DNA 断片をポリヌクレオチドプローブチップに捕捉できるので、捕捉した DNA 断片を更に詳しく解析することが可能である。通常、固相に捕捉した DNA を利用する場合には、十分な量の DNA を得るために磁気ビーズや

多孔質ビーズ等の非常に広い表面積を持つ担体を利用するのが一般的であり、各実施例で説明した実質平面からなるポリヌクレオチドプローブチップを用いて、分離分取を行なうことは、従来困難であった。

【0085】また、従来のビーズを用いる分離では、何らかの形で固相に捕捉した DNA は、一旦溶液中に溶出させて利用するのが一般的であるが、多くの場合、溶出時に希釈され、濃縮が必要である場合が殆どである。本発明の各実施例では、種々の異なるプローブが異なる区画にアレー状に固定されているため、種々の DNA を同時に分取できる多成分同時分取デバイスを実現できる。

【0086】更に、本発明の各実施例によれば、各区画から分取した DNA 断片は、溶液に再溶出することなく、直接キャピラリー電気泳動を用いた分離計測したり、分離後に微量体積のまま回収することができる利点がある。

【0087】以上説明した各実施例に基づき、本発明の概要を以下に説明する。本発明では、特定のポリヌクレオチドにハイブリダイズしたポリヌクレオチドプローブの存在を、蛍光標識をレーザーで励起して放射される蛍光を光検出器で検出するが、蛍光標識は、予め試料ポリヌクレオチドに結合されるか、あるいは、特定のポリヌクレオチドにハイブリダイズしたポリヌクレオチドプローブに付加（結合）される。

【0088】（1）本発明のポリヌクレオチドプローブチップは、各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数区画と、各区画に保持されポリヌクレオチドプローブを保持するゲルを有し、試料ポリヌクレオチドを各区画のゲルの中を電気泳動により移動させて、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドの中の特定のポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる。各ポリヌクレオチドプローブは、10 塩基乃至 60 塩基からなる実質的に共通な配列からなる共通部分と、共通部分の 3' 末端に任意の 2 塩基乃至 3 塩基の組み合わせからなる認識部分を有し、認識部分の種類毎に各々異なる区画に保持される。

【0089】（2）本発明のポリヌクレオチドプローブチップの作成法は、各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数区画を有するポリヌクレオチドプローブチップの作成法に於いて、反応残基を有するゲル前駆体と反応残基と結合する残基を有する複数種のポリヌクレオチドプローブからなるポリヌクレオチドプローブセットを予め準備する工程と、ポリヌクレオチドプローブセットから選んだ任意のポリヌクレオチドプローブの種類毎にゲル前駆体とそれぞれ混合し、異なる区画に添加してゲル化させる工程とを有する。

【0090】（3）本発明のポリヌクレオチドプローブチップの他の作成法は、各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数区画を有するポリヌクレオチドプローブチップの作成法に於いて、反応残基を有するゲ

ル前駆体と反応残基と結合する残基を有する複数種のポリヌクレオチドプローブからなるポリヌクレオチドプローブセットを予め準備する工程と、ポリヌクレオチドプローブセットから選んだ複数の任意のプローブからなる複数のポリヌクレオチドプローブグループを、ポリヌクレオチドプローブグループ毎にゲル前駆体と混合し、異なる区画に添加してゲル化させる工程とを有する。

【0091】(4) 本発明のポリヌクレオチド検出法は、ポリヌクレオチド混合物を蛍光標識する工程と、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を有するポリヌクレオチドプローブチップに、蛍光標識した試料ポリヌクレオチドを添加して各区画のゲルの中を電気泳動により移動させて、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブとポリヌクレオチド混合物の中の特定ポリヌクレオチドとをハイブリダイズして捕捉する工程と、各区画のゲルに捕捉された蛍光標識された特定のポリヌクレオチドを検出する工程とを有する。

【0092】(5) 本発明の他のポリヌクレオチド検出法は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を有するポリヌクレオチドプローブチップに試料ポリヌクレオチドを添加して、各区画のゲルの中を電気泳動により移動させて、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドの中の特定ポリヌクレオチドとをハイブリダイズして捕捉する工程と、特定のポリヌクレオチドがハイブリダイズしたポリヌクレオチドプローブを蛍光標識する工程と、蛍光標識されたポリヌクレオチドプローブを検出する工程とを有する。

【0093】(6) 本発明のポリヌクレオチドプローブチップは、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を有し、ゲルの中で試料ポリヌクレオチドを移動させる第1の電極、及び第2の電極が各区画を挟んで配置される。

【0094】(7) 本発明の他のポリヌクレオチド検出法は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を基板に有するポリヌクレオチドプローブチップに試料ポリヌクレオチドを添加する工程と、各区画を挟んで配置されゲルの中で試料ポリヌクレオチドを移動させる第1の電極、及び第2の電極の極性を複数回切換えて、試料ポリヌクレオチドを各区画のゲルの中で移動させる工程とを有し、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドの中の特定ポリヌクレオチドとをハイブリダイズする。

【0095】(8) 本発明の他のポリヌクレオチドプローブチップは、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を基板に有するポリヌクレオチドプローブチップの各区画を挟んで配置され、ゲルの中で試料ポリヌクレオチドを移動させる第1の電極、及び第2の電極と、第1の電極、第2の電極の極性を複数回切換えて試料ポリヌクレオチドを各区画のゲルの中で

移動させて、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドの中の特定ポリヌクレオチドとをハイブリダイズさせる。

【0096】(9) 本発明のポリヌクレオチド検出装置は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を基板に有するポリヌクレオチドプローブチップと、基板の面と平行方向から複数区画のゲルにレーザー照射する手段と、放射される蛍光を基板の面と直角方向から検出する光検出器を有する。

【0097】(10) 本発明の他のポリヌクレオチド検出法は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を有するポリヌクレオチドプローブチップの複数区画のゲルを、基板の面と平行方向に同時にレーザー照射して、放射される蛍光を基板の面と直角方向から検出する。

【0098】(11) 本発明の他のポリヌクレオチドプローブチップは、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を基板に有し、各区画の各々に光検出素子が配置される。

【0099】(12) 本発明の他のポリヌクレオチド検出法は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を基板に有するポリヌクレオチドプローブチップの基板の面と平行方向から複数区画のゲルにレーザー照射して、各区画の各々に光検出素子が配置された光検出素子により放射される蛍光を基板の面と直角方向から検出する。

【0100】(13) 本発明の他のポリヌクレオチド検出装置は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数区画を基板に有し、各区画の各々に光検出素子が配置される光検出素子を有するポリヌクレオチドプローブチップと、基板の面と平行方向から複数区画のゲルにレーザー照射する手段とを有する。

【0101】(14) 本発明の他のポリヌクレオチドプローブチップは、凹部が形成された光学的に透明な基板と、凹部の平坦な底面に基板を貫通して形成されたテーパを持つ側面を有する穴に保持されるゲルと、ゲルに保持される各々異なるポリヌクレオチドプローブと、基板の側面にレーザー光を照射する部位とを有し、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを各区画のゲルの中を移動させることにより、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドの中の特定のポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる。

【0102】(15) 本発明の他のポリヌクレオチドプローブチップは、凹部が形成された基板と、凹部の平坦な底面にゲルを保持する一方向に配列する複数の部位と、複数の部位を挟んで配置される第1の電極、及び第2の電極と、ゲルに保持される各々異なるポリヌクレオチドプローブと、基板の側面にレーザー光を照射する部位とを有し、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを各区画のゲルの中を移動させることにより、ゲルに保持さ

れたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドの中の特定のポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる。

【0103】(16) 本発明の他のポリヌクレオチドプローブチップは、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有し、各区画の各々に光検出素子が配置される光検出素子と、光検出素子の上部に形成されたバンドパスフィルターと、バンドパスフィルターの上部に形成された第1の電極と、各区画を挟んで配置された第2の電極とを有し、第1の電極、第2の電極の極性を複数回切換えて試料ポリヌクレオチドを各区画のゲルの中で電気泳動により移動させて、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドの中の特定のポリヌクレオチドとをハイブリダイズさせる。

【0104】(17) 本発明の他のポリヌクレオチド検出装置は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を基板に有し、各区画の各々に光検出素子が配置される光検出素子と、光検出素子の上部に形成されたバンドパスフィルターと、バンドパスフィルターの上部に絶縁層を挟んで形成された第1の電極と、各区画を挟んで配置された第2の電極とを有するポリヌクレオチドプローブチップと、第1の電極、及び第2の電極の極性を切換える手段(スイッチ)と、基板の面と平行方向から複数の区画のゲルにレーザー照射する手段とを有する。

【0105】(18) 本発明の他のポリヌクレオチドプローブチップは、各々異なるポリヌクレオチドプローブを保持するゲルを有し、第1の方向に配置された複数の区画と、各区画のほぼ中心部に配置される点状の第1の電極と、複数の区画を挟んで第1の方向に沿ってほぼ平行に配置される線状又は帯状の第2の電極とを具備し、第1の電極と第2の電極との間に高周波電界を印加して、試料ポリヌクレオチドを各区画のゲル中を移動させて、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる。

【0106】(19) 本発明の他のポリヌクレオチドプローブチップは、各々異なるポリヌクレオチドプローブを保持するゲルを有し、第1の方向に配置された複数の区画と、各区画のほぼ中心部に配置される点状の第1の電極と、複数の区画を挟んで第1の方向に沿ってほぼ平行に配置される線状又は帯状の第2の電極と、第1の電極と第2の電極との間に配置される点状の第3の電極とを具備し、第1の電極と第2の電極との間に高周波電界を印加して、試料ポリヌクレオチドを各区画のゲル中を移動させて、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせ、第2の電極と第3の電極との間に高周波電界を印加して、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブとハイブリダイズしない試料ポリヌクレオチドをゲルから移動させ

る。

【0107】(20) 本発明の他のポリヌクレオチド検査装置は、各々異なるポリヌクレオチドプローブが保持された複数の区画と、各区画に保持されポリヌクレオチドプローブを保持するゲルとを具備するポリヌクレオチドプローブチップと、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを各区画のゲルの中を移動させ、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる手段と、試料ポリヌクレオチドがハイブリダイズしたポリヌクレオチドプローブから試料ポリヌクレオチドを遊離させる手段と、各区画に対応してそれぞれ配置され、遊離した試料ポリヌクレオチドを電気泳動分離するキャピラリーを有する。

【0108】(21) 本発明の他のポリヌクレオチド検出法は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持され、第1の方向に配置された複数の区画と、各区画のほぼ中心部に配置される点状の第1の電極と、複数の区画を挟んで第1の方向に沿ってほぼ平行に配置される線状又は帯び状の第2の電極とが基板に形成されたポリヌクレオチドプローブチップに、試料ポリヌクレオチドを添加する工程と、第1の電極と第2の電極との間に高周波電界を印加して、試料ポリヌクレオチドを各区画のゲル中を移動させる工程とを有し、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドとをハイブリダイズする。

【0109】(22) 本発明の他のポリヌクレオチド検出法は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持され、第1の方向に配置された複数の区画と、各区画のほぼ中心部に配置される点状の第1の電極と、複数の区画を挟んで第1の方向に沿ってほぼ平行に配置される線状又は帯び状の第2の電極と、第1の電極と第2の電極との間に配置される点状の第3の電極とが基板に形成されたポリヌクレオチドプローブチップに、試料ポリヌクレオチドを添加する工程と、第1の電極と第2の電極との間に高周波電界を印加して、試料ポリヌクレオチドを各区画のゲル中を移動させて、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる工程と、第2の電極と第3の電極との間に高周波電界を印加して、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブとハイブリダイズしない試料ポリヌクレオチドをゲルから移動させる工程とを有する。

【0110】(23) 本発明の他のポリヌクレオチド検出法は、各々異なるポリヌクレオチドプローブがゲルに保持された複数の区画を具備するポリヌクレオチドプローブチップに、試料ポリヌクレオチドを添加する工程と、電気泳動により試料ポリヌクレオチドを各区画のゲルの中を移動させ、ゲルに保持されたポリヌクレオチドプローブと試料ポリヌクレオチドをハイブリダイズさせる工程と、試料ポリヌクレオチドがハイブリダイズしたポリヌクレオチドプローブから試料ポリヌクレオチドを

遊離させる工程と、各区画に対応してそれぞれ配置されたキャピラリーを用いて、遊離した試料ポリヌクレオチドを電気泳動分離する工程とを有する。

# 【0111】

【発明の効果】本発明によれば、任意の種類のプローブを保持したプローブアレーを簡単に、安価に作成できる。また、ゲルに保持したDNAプローブを用い、電気泳動を用いてゲルの中を強制的に試料を移動させるため、ゲルに保持されたプローブと試料DNA断片のハイブリダイゼーションを高速、高効率で実行できる。ハイブリダイズしないDNA断片を電気泳動で除去できるので、従来のゲルを利用したチップに比べバックグラウンド

## SEQUENCE LISTING

<110> HITACH, LTD.

<120> Polynucleotide Probe Chip and Polynucleotide Detection Detection method

<130> H98021021A1

<160> 4

<210> 1

<211> 30

<212> DNA

<213> artificial Sequence

<220>

<223> DNA probe having acryloxy residue and hybridizing with DNA fragment originated from human DNA.

<400> 1

ttctcacacca gctgtcccaa gaccgtttgc 30

<210> 2

<211> 30

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220>

<223> DNA probe having acryloxy residue and hybridizing with DNA fragment originated from human DNA.

<400> 2

aatacaggca tctttcacia cattttcctt 30

<210> 3

<211> 14

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

の低減ができる。本発明では、チップ側面から全ての小穴（又は一列毎の小穴列）内のゲル、又は一列をなす各区画の面のゲルを同時に照射できるので、スキャンに要する時間が不必要になる。レーザを、蛍光を検出する方向と直角な方向から照射するため、散乱光が検出器に直接入らない配置であり、各小穴（又は各区画）から発する光は2次元カメラで同時計測が可能で、高速、高感度な計測が可能となる利点がある。更に、サブミリワットクラスの半導体レーザでも効率良く、各小穴（又は各区画）を同時照射できる利点がある。

# 【0112】

## 【配列表】



<220>

<223> DNA tagged with fluorophore at 3' end and tagged with phosphate at 5' end to connect to 3' end of DNA fragment originated from human DNA.

<400> 3

actggccgctc gttt 14

<210> 4

<211> 18

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220>

<223> DNA having phosphate at 3' end and hybridizing with DNA having SEQ ID NO: 3.

<400> 4

aaacgacggc cagtcatg 18

#### 配列表フリーテキスト

(1) 配列番号 1 の配列に関する他の関連する情報の記載

ヒト DNA に由来する DNA 断片に相補結合し、5' 末端にアクリル残基をもつ DNA プローブ。

【0113】 DNA probe hybridizing with DNA fragment originated from human DNA.

【0114】 (2) 配列番号 2 の配列に関する他の関連する情報の記載

ヒト DNA に由来する DNA 断片に相補結合、5' 末端 30 にアクリル残基をもつ DNA プローブ。

【0115】 (3) 配列番号 3 の配列に関する他の関連する情報の記載

ヒト DNA に由来する DNA 断片の 3' 末端に連結される 3' 末端が蛍光標識され、5' 末端にリン酸基を有する DNA。

【0116】 (4) 配列番号 4 の配列に関する他の関連する情報の記載

3' 末端がリン酸基を有し、配列番号 3 の DNA と相補結合可能な DNA。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップの一例を示す図。

【図 2】 本発明の第 1 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップのゲルが保持される小穴の内面の表面処理を説明する図。

【図 3】 本発明の第 1 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップにポリヌクレオチドプローブを保持する方法を説明する図。

【図 4】 本発明の第 1 の実施例のポリヌクレオチドプロ 50

ーブチップと電気泳動電極の位置関係を示す平面図。

【図 5】 本発明の第 1 の実施例のオリゴヌクレオチドプローブチップの動作を説明する図。

【図 6】 本発明の第 1 の実施例に於いて、ポリヌクレオチドプローブチップ上に検出された蛍光標識 DNA 断片の位置を示す図。

【図 7】 本発明の第 1 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップによる DNA 断片の検量線の例を示す図。

【図 8】 本発明の第 2 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップの構成を示す平面図、及び断面図。

【図 9】 本発明の第 2 の実施例の、ポリヌクレオチドプローブが保持されたポリアルリルアミドゲルを得る方法を説明する図。

【図 10】 本発明の第 3 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップの構成を示す断面図。

【図 11】 本発明の第 4 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップの構成を示す断面図。

【図 12】 本発明の第 5 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップの構成を示す平面図、及び断面図。

【図 13】 本発明の第 6 の実施例であり、キャピラリーアレー電気泳動装置と第 1 の実施例のポリヌクレオチドプローブチップとを組合わせた構成及び動作を説明する断面図。

【図 14】 本発明の第 7 の実施例であり、キャピラリーアレー電気泳動装置と第 5 の実施例とを組合わせた DNA 断片を回収する装置の構成及び動作を説明する断面図。

【図 15】 本発明の第 7 の実施例に於いて、ポリヌクレオチドチップ 7 の各区画にハイブリダイズした DNA 断片を、各区画から回収して測定した DNA 断片の電気泳

動パターンの例を示す図。

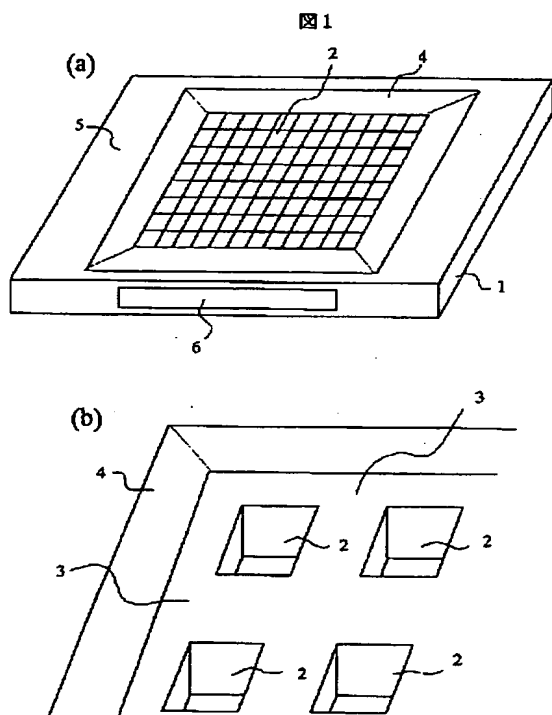
【符号の説明】

1、79…ポリヌクレオチドプローブチップ、2…テーパを持つ小穴、3…隔壁、4、84、85…親水性部分、5、86、86'…疎水性部分、6…レーザー導入部、21…小穴の内面、22…直鎖脂肪族化合物の一部にアクリル基を導入した試薬、23…小穴の内面に活性アクリル基を導入した状態、30、56、57、100…ポリヌクレオチドプローブ、32…アクロレイン、33…活性アクリル基が導入されたポリヌクレオチドプローブ、34、115…ポリヌクレオチドプローブがポリ

10

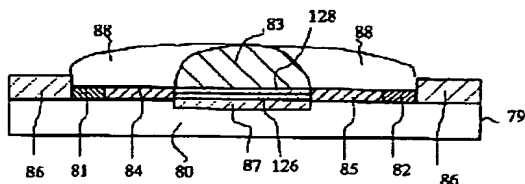
検出された小穴、58、59…ポリオリゴヌクレオチドプローブに相補な塩基配列、60…特定の蛍光標識DNA断片が小穴に捕捉された状態、61…小穴に捕捉されなかった蛍光標識DNA断片、63…その他の小穴、71、72…蛍光標識DNA断片から検出される蛍光強度、73…非特異吸着由来のバックグラウンドの蛍光強度、80…ガラス基板、83…ポリヌクレオチドプローブ保持ゲル、87…ゲルが形成される部分、88…試料DNA溶液、112…N-アクリロキシスクシンイミド、113…アクリロキシポリヌクレオチドプローブ、122…レーザー、122'…レーザー光源、124…高感度冷却CCDカメラ、126…フォトダイオード、128…金属蒸着膜、130…透明電極、150、152、162…点電極、200…キャピラリー、201…ポリアクリルアミド、204、204'…電極。

【図1】

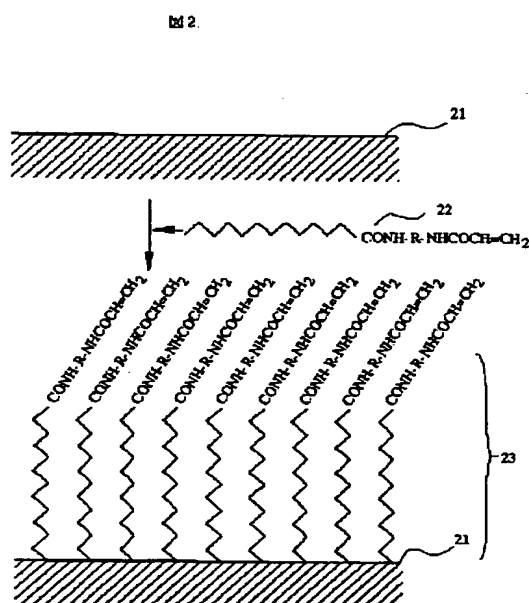


【図10】

図10

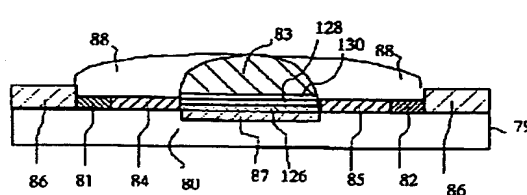


【図2】

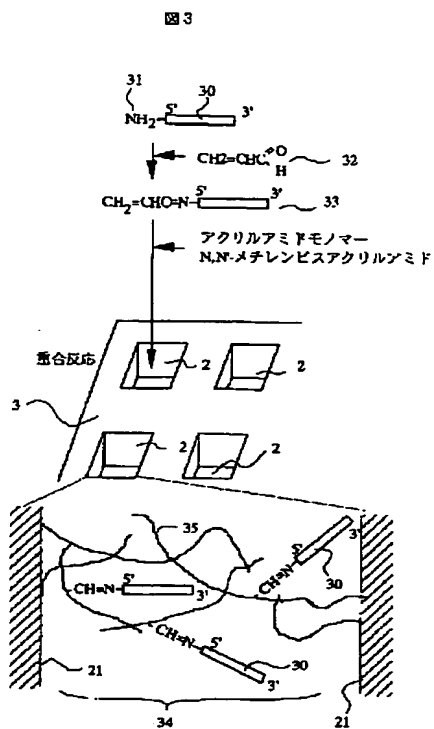


【図11】

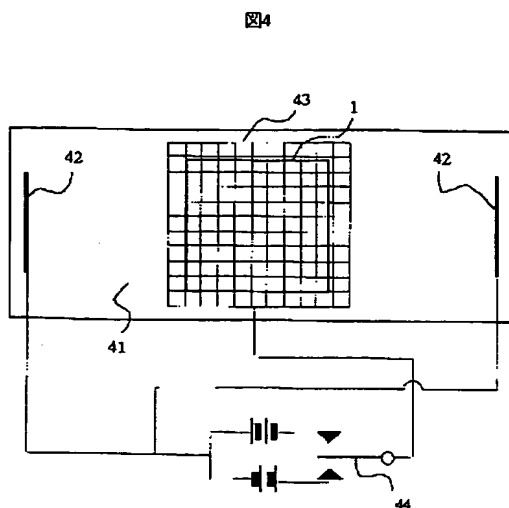
図11



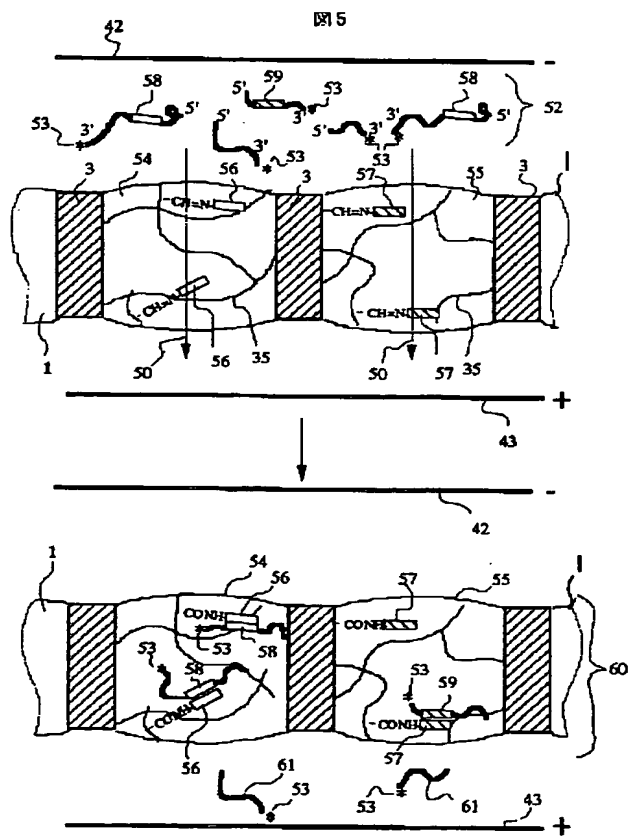
【図 3】



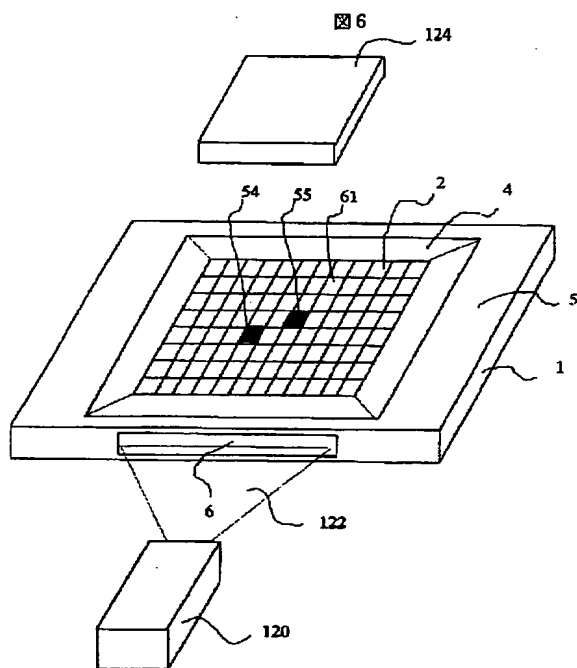
【図 4】



【図 5】

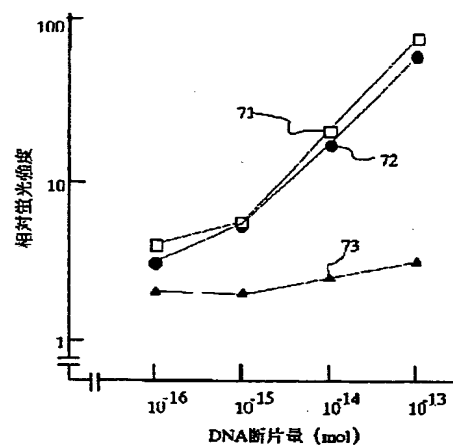


【図 6】



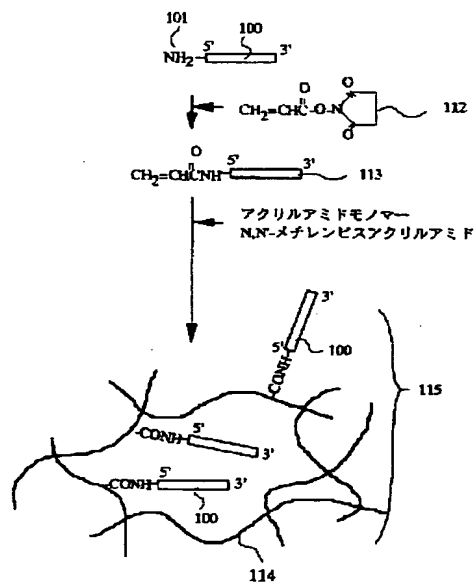
【図 7】

図 7



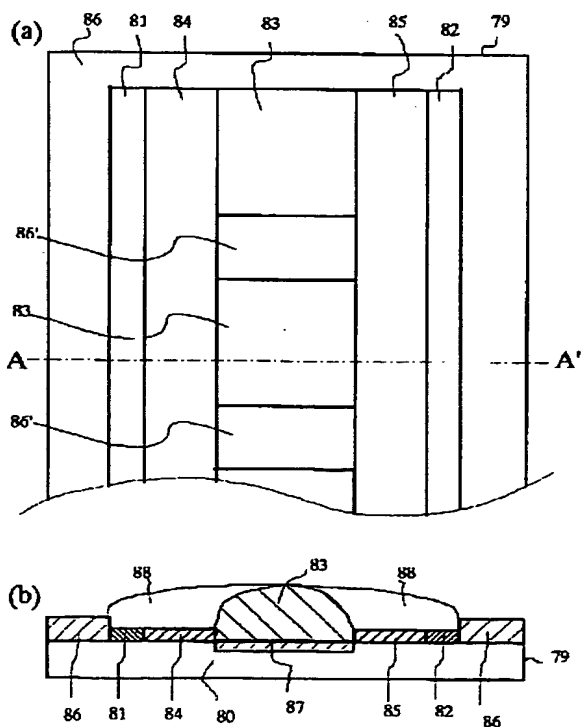
【図 9】

図 9

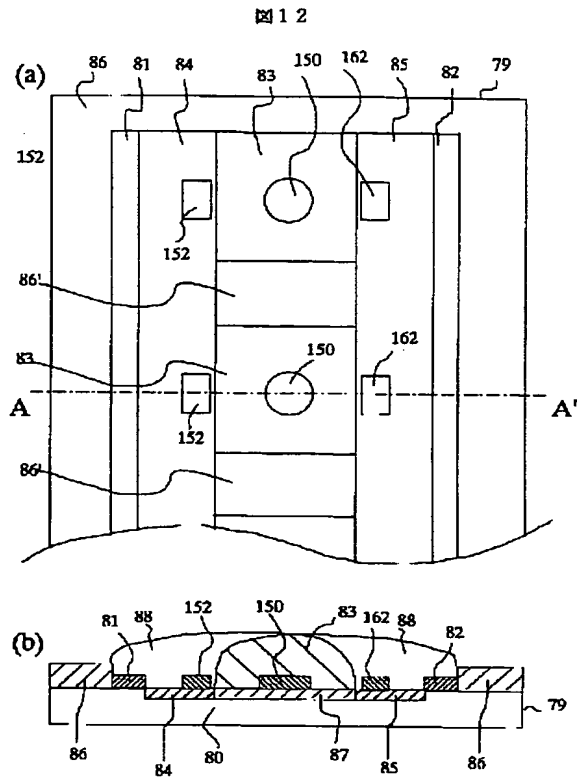


【図 8】

図 8

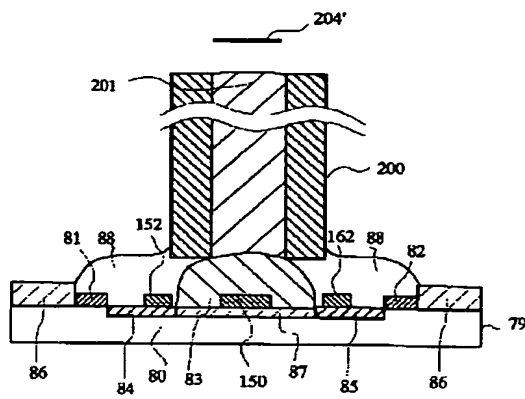


【図 12】

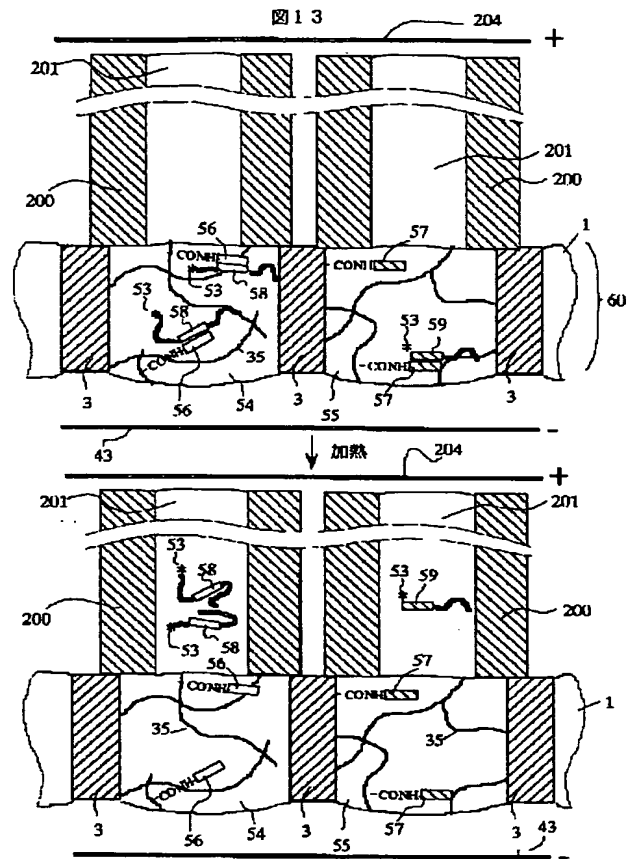


【図 14】

図 14

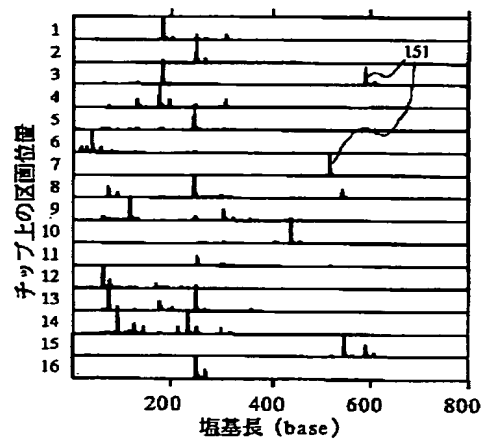


【図 13】



【図 15】

図 15



## フロントページの続き

(72)発明者 植松 千宗  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 松永 浩子  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 入江 隆史  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 梶山 智晴  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 安田 賢二  
埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会  
社日立製作所基礎研究所内  
Fターム(参考) 2G045 AA35 DA12 DA13 DA14 DA36  
FA12 FB02 FB05 FB07 FB12  
GC15 HA09  
4B024 AA11 HA14  
4B063 QA01 QQ42 QR41 QR56 QR82  
QS01 QS16 QS34 QS39 QX02